

## **LA REHABILITACIÓN DE CIUDAD DE LOS ÁNGELES EN MADRID. MEJORAR LA HABITABILIDAD DE UN BARRIO DE 1950 CON CRITERIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Daniel Morcillo Álvarez

Arquitecto. Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid

Cristina Arjona Martín

Arquitecta Técnica. Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid

Nieves Martín Acosta (colaboración)

Arquitecta. Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid

### **1. Introducción**

La Rehabilitación del Barrio de Ciudad de los Ángeles en el distrito madrileño de Villaverde se está llevando a cabo dentro de las actuaciones previstas en el Plan Estatal de Vivienda 2005-2008 que establece la delimitación de Áreas de Rehabilitación Integral (ARI) como instrumento para abordar la recuperación de barrios a partir de la intervención integral en edificios y en infraestructuras urbanas. En el caso que nos ocupa también se encuentra dentro de las actuaciones previstas por el Plan de Vivienda 2005-2008+ de la Comunidad de Madrid, lo que ha permitido que fuera declarada como Zona de Rehabilitación Integrada (ZRI) por dicha administración.

La declaración del Barrio de Ciudad de los Ángeles como ZRI y ARI permite el desarrollo de un programa de concesión de ayudas públicas directas a propietarios o inquilinos de viviendas para que puedan acometer las obras necesarias conducentes a la rehabilitación de los elementos comunes de su edificio. Igualmente permite la aportación de fondos públicos para la mejora del espacio urbano del barrio, mediante la renovación de infraestructuras y la transformación de la imagen del espacio público.

Las aportaciones correspondientes al Ministerio de Fomento y a la Comunidad de Madrid se complementan con las ayudas concedidas por el Ayuntamiento de Madrid, administración promotora de la declaración tal y como establecen los planes de vivienda referenciados, tanto para la edificación residencial como las infraestructuras urbanas.

En definitiva, el Área de Rehabilitación Integral Ciudad de Los Ángeles fue declarada por Orden de 6 de Septiembre de 2005 de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación de Territorio de la Comunidad de Madrid. Se sitúa en el límite sur del término municipal de Madrid, concretamente en el distrito de Villaverde, y ocupa una superficie de 59,6 Ha, con un total de 7.996 viviendas distribuidas en 441 bloques de los 486 que componen el área y una población estimada actual de 31.465 habitantes.

#### **1.1. Descripción del Área de Rehabilitación**

Dadas las características de la edificación y la urbanización, y ante la necesidad de dar una respuesta adecuada a los problemas de estabilidad estructural, confort térmico y accesibilidad urbana y edificatoria, se decide iniciar los trámites para la declaración del ámbito como Zona de Rehabilitación Integrada. El proceso lo inicia la Asociación de Vecinos de Ciudad de los Ángeles (ASVEYCO), que es el verdadero promotor e impulsor de esta declaración para conseguir una mejora sustancial en la habitabilidad del barrio.

La Empresa Municipal de la Vivienda de Madrid, a instancias del Ayuntamiento de Madrid, elabora el informe preceptivo para la declaración del ámbito como área de rehabilitación, siendo finalmente declarada la Zona de Rehabilitación Integrada de

Ciudad de Los Ángeles por Orden de 6 de Septiembre de 2005 de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación de Territorio de la Comunidad de Madrid.

Además de la delimitación geográfica, en dicha declaración se recoge como objeto el «*fomentar la iniciativa privada y dirigir la rehabilitación de forma integrada*», ya que un alto porcentaje de las viviendas son de titularidad privada, lo que impide a las administraciones públicas una intervención directa. En lo relativo a la cuestión energética, la declaración tan solo recoge la posibilidad de incrementar la aportación de la Comunidad de Madrid en el caso de que para la adecuación estructural y funcional de edificios se incorporen «*criterios de sostenibilidad o innovación tecnológica en las viviendas integrantes del edificio o supresión de barreras*»

La declaración no contempla ninguna medida ni planificación al respecto de la eficiencia energética, si bien el Plan Regional de Vivienda sí contempla como uno de los objetivos de la rehabilitación la adecuación funcional del edificio, incluyendo aquellas obras que proporcionen al mismo aislamiento térmico y condiciones de acceso, con lo que quedarían respaldadas las intervenciones en accesibilidad y eficiencia energética del edificio.



**Mapa 1.** Delimitación del ámbito del Área de Rehabilitación de Ciudad de los Ángeles  
**Fuente:** Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid.

Pese a que la declaración no atiende a las causas que la justifican, éstas se sustentan en los problemas detectados en los estudios previos y que afectan tanto a la

edificación como a la urbanización del ámbito y que podemos resumir en los siguientes puntos:

- En torno al 25% de los edificios presentan actualmente algún problema de tipo estructural debido principalmente a la inadecuación de las cimentaciones a las características del terreno.
- Aproximadamente el 90% de las envolventes precisan renovación y la mayoría de los edificios no presentan las debidas condiciones para favorecer el ahorro y la eficiencia energética.
- En torno al 70% de los edificios tiene algún tipo de barrera arquitectónica y un 52% de edificios no tienen ascensor. Además se presentan problemas de accesibilidad en la urbanización por diferencias significativas de cota en el terreno.
- En la mayor parte de los edificios las instalaciones de saneamiento, fontanería y electricidad no cumplen la normativa vigente y no se encuentran en buen estado.
- Las infraestructuras urbanas tienen un importante deterioro y no cumplen ningún criterio de eficiencia energética, especialmente el alumbrado público.
- Existe un deterioro importante del espacio público, con insuficientes o degradadas zonas verdes, de juego infantil o áreas de mayores.
- La calidad de la imagen del barrio resulta fragmentada por las numerosas intervenciones puntuales, tanto en el espacio público como en las fachadas de los edificios.

### Gestión del Área de Rehabilitación

El convenio para la gestión del Área de Rehabilitación fue suscrito entre el Ministerio de Fomento y la Comunidad de Madrid el 19 de Diciembre de 2005 para el periodo 2005-2011 (ampliado hasta el 31 de diciembre de 2015) para la rehabilitación de edificios, así como la mejora de las infraestructuras y el equipamiento comunitario de la Zona de Rehabilitación Integrada de Ciudad de Los Ángeles.

En el Área de Rehabilitación de Ciudad de los Ángeles, intervienen las tres administraciones —Ministerio de Fomento, Comunidad de Madrid y Ayuntamiento de Madrid— y tiene la previsión de actuar en 4.798 viviendas del total de 7.996 viviendas que componen el área, con una inversión pública de 44.666.643,26 € —en forma de ayudas directas a privados— para la adecuación estructural y funcional de las edificaciones, el fomento del ahorro y eficiencia energética y la mejora de la accesibilidad a los edificios, así como 16.517.465,15 € para la renovación de las infraestructuras y la mejora de la red de espacios públicos.

	MINISTERIO DE FOMENTO	COMUNIDAD DE MADRID	AYUNTAMIENTO DE MADRID	TOTAL
VIVIENDAS	15.300.000,00 €	15.016.993,26 €	14.349.650,00 €	44.666.643,26 €
INFRAESTRUCTURAS	2.485.808,00 €	3.507.914,29 €	10.523.742,86 €	16.517.465,15 €
<b>TOTAL</b>	<b>17.785.808,00 €</b> (30%)	<b>18.524.907,55 €</b> (30%)	<b>24.873.392,86 €</b> (40%)	<b>61.184.108,41 €</b> (100%)

**Tabla 1:** Inversión prevista en el Área de Ciudad de los Ángeles

**Fuente:** elaboración propia. Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid.

El desarrollo del Área se realiza a través de un Ente Gestor que tiene como principal cometido el desarrollo de las pautas de intervención y la tramitación única de las ayudas concedidas por las tres administraciones intervinientes. Se asigna esta función a la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid (EMVS), según el Convenio suscrito con la Comunidad de Madrid. Por tanto, la EMVS, tiene la encomienda de la gestión, tramitación y canalización de las ayudas públicas tanto de la Comunidad de Madrid como del Ministerio de Fomento. Hasta el año 2012 la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid ha tenido también la encomienda de la gestión de las ayudas municipales otorgadas a cargo de la Convocatoria Municipal de Ayudas a la Rehabilitación.

Para la gestión del área, la EMVS ha dispuesto de los medios técnicos necesarios para garantizar un servicio eficaz al ciudadano, y que principalmente consiste en la apertura en mayo de 2006 de una Oficina de Rehabilitación en el propio barrio con un equipo capacitado para las gestiones técnicas y administrativas.

## **1.2. Descripción del ámbito: el barrio de Ciudad de los Ángeles**

Antes de proseguir, debemos hacer un breve recorrido por la evolución del ámbito para delimitar el origen de las condiciones que han llevado a su declaración como ARI, así como a determinar las causas de la efectividad de las medidas adoptadas en la rehabilitación.

El barrio de Ciudad de los Ángeles se localiza al sur de Madrid, en el distrito de Villaverde, vinculado con la industria del motor que se convierte en uno de sus límites, junto a la ahora Avenida de Andalucía, antigua carretera de salida de Madrid hacia el sur. Limítrofe al oeste con el cuartel de Ingenieros, esta gran parcela, antigua propiedad del Ministerio de Defensa, ha condicionado el desarrollo del barrio y la posible mejora dotacional del mismo.

La promoción de la edificación de Ciudad de los Ángeles la realizan fundamentalmente las empresas DIORVA y VIRELSA, vinculadas indirectamente a algunos de los industriales<sup>1</sup> cuyas fábricas se localizaban en la zona. Son éstos los que impulsan la promoción entre los trabajadores de sus fábricas, dentro de la estrategia nacional de facilitar la propiedad residencial a trabajadores cualificados. Este tipo de promoción requirió de la protección pública de la operación. Para facilitar el acceso a la vivienda, por lo que a la construcción de Ciudad de los Ángeles se realiza por promoción privada pero con protección pública, modelo que garantizó el éxito de la operación y determinó el futuro del barrio y también será una condición que ha facilitado el desarrollo del Área de Rehabilitación, tal y como veremos más adelante.

En términos urbanos se diseña un barrio predominantemente residencial, constituido por bloques exentos de entre 5 y 8 alturas de distintas tipologías y amplios espacios libres, dando lugar a una estructura urbana muy característica del racionalismo europeo del momento, con una superficie media de 70 m<sup>2</sup> por vivienda. Cabe reseñar que en el diseño urbano y en la construcción de las primeras promociones participan

---

<sup>1</sup> Entre las industrias debemos reseñar la importancia de la vinculada con la automoción, relacionada con industriales de relevancia como Eduardo Barreiros, que de hecho, se mantiene en el imaginario colectivo al seguir considerando a este ámbito industrial como La Barreiros. Tampoco hay que olvidar la existencia de otras industrias cuyos propietarios fomentaron el acceso de sus empleados a la propiedad de una vivienda en Ciudad de los Ángeles, como es el caso de la Colonia Euskalduna.

arquitectos de gran importancia en el panorama madrileño y español como son Secundino Zuazo o Manuel Muñoz Monasterio.

La economía de la construcción —determinada en gran medida por las características de la población a la que se dirigía— condicionará la elección del sistema constructivo elegidos por la promotoras, así como las calidades de los materiales utilizados. Se construye sobre terreno arcilloso y de rellenos, pero con escasa cimentación, lo que ha dado lugar a la aparición de grietas y problemas de estabilidad estructural a lo largo del tiempo. El sistema constructivo es la principal causa de la aparición de humedades y de las escasas condiciones de confort en las viviendas.

Ambos aspectos, estabilidad estructural y confort térmico, han dado lugar en los edificios del barrio de Ciudad de los Ángeles a numerosas reparaciones y reformas puntuales durante décadas, con unos resultados insatisfactorios en ambos aspectos. A estas deficiencias en la calidad de la edificación hay que añadirle los problemas de accesibilidad a las viviendas, resultado de la inexistencia de ascensores en la mayoría de los edificios del barrio, lo que dificulta la movilidad de numerosas personas, fundamentalmente los mayores.

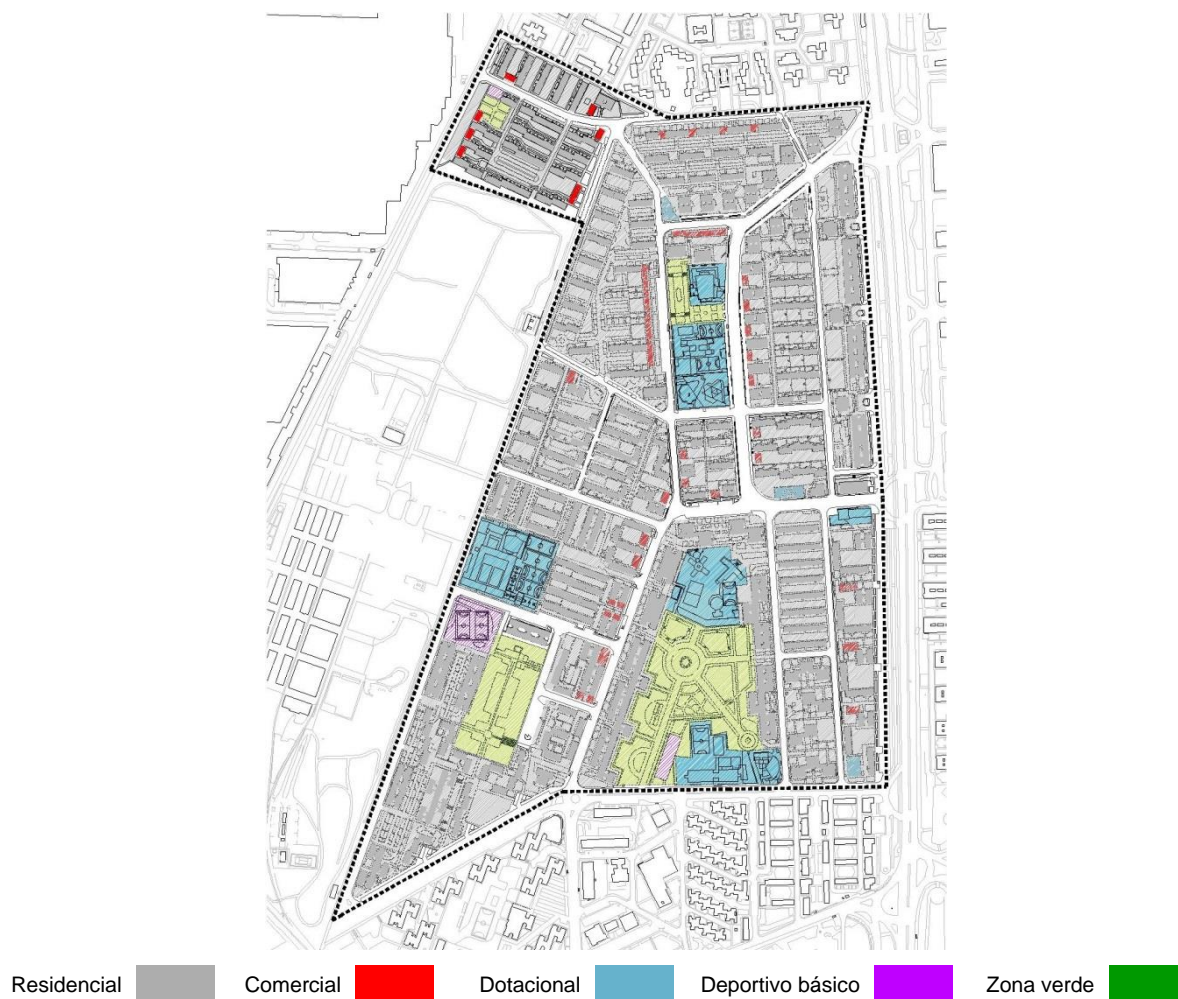
En lo referente a la urbanización, la generosidad del espacio público ha supuesto por un lado una gran calidad ambiental en el barrio pero por otro ha introducido numerosos problemas derivados de las dificultades en su conservación y en la solución de las grandes variaciones topográficas. Esta doble circunstancia ha provocado que el barrio presente unos graves problemas de accesibilidad en donde las numerosas barreras arquitectónicas obligan a considerar esta cuestión como uno de los conflictos más importantes a resolver en el barrio.

### **Características de la urbanización**

El diseño urbano corresponde al de manzanas de bloque abierto, donde la edificación se dispone en orientación principal Norte-Sur y con doble fachada, lo que ha permitido minimizar los problemas de habitabilidad generados por el sistema constructivo. Esta orientación también está siendo un elemento positivo en las rehabilitaciones que se están realizando en el Área al aprovecharla para mejorar las condiciones de ventilación y soleamiento de las viviendas.

La urbanización de las manzanas residenciales se complementa con manzanas dotacionales localizadas en el espacio central del barrio. En el centro de la urbanización una parcela de 2,5 Ha aloja la mayor parte del equipamiento público y privado, complementado por otra gran parcela de 9 Ha que aloja, además del principal parque del barrio, diversas dotaciones educativas y en cuyo perímetro los edificios alojan en sus plantas bajas dos de los ejes comerciales más importantes del barrio. El resto del comercio se organiza en torno a galerías y ejes comerciales repartidos por el barrio, lo que, unido a la localización de las dotaciones, ha permitido también un uso del espacio público que evita su degradación.





**Mapa 2.** Distribución de usos en Ciudad de los Ángeles  
**Fuente:** Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid.

La degradación del espacio público se ha producido como consecuencia de la titularidad privada del suelo interbloques, lo que ha impedido el mantenimiento municipal y cualquier intervención sobre él por parte del Ayuntamiento de Madrid. Así, los espacios inicialmente pensados para el ajardinamiento, se han convertido en zonas terrazas sin ninguna cualidad urbana. La degradación es mayor en aquellas zonas donde las diferencias topográficas no han sido adecuadamente solucionadas.

### Características de la edificación

La tipología predominante es el bloque abierto con doble orientación —generalmente norte-sur según el criterio del actual código técnico—, y con edificios de 5 alturas sin ascensor u 8 plantas con ascensor, ambas con dos viviendas por planta. En menor medida hay otras dos tipologías, correspondientes a edificio en H (con 5 y 8 alturas igualmente) y torres aisladas de vivienda, con alturas variables entre las 8 y a 13 alturas. Estas tres tipologías conviven en manzanas donde las alineaciones quedan determinadas por los viales, distribuyéndose los edificios en su interior dando gran riqueza urbana al barrio.

Las diferentes tipologías edificatorias tienen variantes en cada una de las manzanas, de tal manera que a la hora de redactar el Plan Especial para la instalación de ascensores se llegaron a detectar un total de 39 variantes sobre las tres tipologías principales, que reunirían a las 7.996 viviendas distribuidas en 441 bloques residenciales.



**Mapa 3.** Distribución de tipologías edificatorias en Ciudad de los Ángeles  
**Fuente:** Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid.

Debemos resaltar que los edificios con 5 alturas y sin ascensor alcanzan los 230 bloques, lo que pone de manifiesto la relevancia de la inversión en rehabilitación para poder dotar de accesibilidad a las 2.684 viviendas donde las barreras arquitectónicas dificultan o impiden la movilidad de los habitantes.

	TIPOLOGÍA	COMPOSICIÓN
FACHADAS	De Hormigón	Revestimiento exterior Muro de hormigón en masa (e= 25cm) <i>Sin cámara de aire (en origen)</i>
	De Ladrillo	<b>Cerramiento de 1 hoja:</b> 1 hoja exterior de LCV Enyesado interior <b>Cerramiento de 2 hojas:</b> Revestimiento exterior 1h de LCV

	TIPOLOGÍA	COMPOSICIÓN
		1h de LCV ½ pie de fábrica Cámara de aire <i>sin aislamiento</i> 1h de LHD interior Enyesado en el interior
	<b>Carpinterías</b>	De varias tipologías y calidades
<b>CUBIERTAS</b>	<b>Planas a la Catalana</b>	Tabiques palomeros (formación pendiente) Doble capa de rasillón cerámico Baldosín catalán * <i>Sin aislamiento térmico</i>
	<b>Inclinadas</b>	Tabiques palomeros sobre forjado de cubierta Acabados: Placas onduladas de fibrocemento Teja plana * <i>Sin aislamiento térmico</i>
<b>FORJADO PLANTA BAJA</b>	<b>Forjado Sanitario</b>	Sin aislamiento térmico Ventilación inadecuada de la cámara sanitaria
	<b>Solera sobre terreno</b>	

**Tabla 2:** Composición de unidades constructivas

**Fuente:** elaboración propia. Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid.

En lo relativo al confort térmico de los edificios, el sistema constructivo es también determinante. La construcción de gran parte de los edificios del ámbito se produce con anterioridad a la aprobación de ninguna normativa en materia térmica, por lo que se atiende esencialmente a la economía de la construcción. La mayor parte de las fachadas de los edificios se compone de una sola hoja de diferentes materiales, sin existir cámaras de aire o materiales aislantes que redujeran las diferencias térmicas entre el interior y el exterior del edificio e impidieran la condensación. Un buen ejemplo de esta situación son aquellos edificios con muros de carga de hormigón sin armar, sin finos y con numerosas coqueras, que hace aún más deficitario el confort térmico de las viviendas.

En algunos casos, y de manera puntual, existen cámaras de aire levantadas con posterioridad a la construcción de los edificios y siempre bajo la petición de los propietarios de las viviendas a las promotoras. En algunos casos es posible encontrar, en un mismo edificio, con reformas en cada vivienda, lo que hace que la fachada de un mismo edificio no sea homogénea en su composición.

También debemos destacar que la elección del sistema de cubierta a la catalana ventilada podría haber minimizado el efecto de las fachadas sobre las últimas plantas de los edificios, pero los problemas de la mala ejecución de la cubierta en el origen han supuesto la cancelación, en la mayoría de los edificios, de las ventilaciones, convirtiendo un óptimo sistema de cubierta en un sistema crítico en función de las características constructivas del edificio.

En cuanto a la climatización de las viviendas, en general, el sistema de calefacción elegido fue la instalación de estufas en los salones de las viviendas, siendo sustituidos con posterioridad en todos los casos, por sistemas de calefacción a gas o eléctricos. La variedad es grande al ser de decisión individual de cada propietario y no responder a una decisión de las promotoras o de las comunidades de propietarios.

Estas son las cuestiones más importantes que afectan a la habitabilidad de las viviendas y a las que se ha intentado dar respuesta desde los servicios técnicos de gestión del Área, por lo que entre las condiciones para acceder a las ayudas se



establece una mejora de las características térmicas del edificio, tal y como veremos más adelante.

### Características de la organización social

Aunque los datos utilizados se extraen mayoritariamente del Censo de Población y Vivienda de 2001, se han utilizado también recursos actualizados en el padrón continuo del Ayuntamiento de Madrid, lo que nos permite tener una aproximación mayor a la realidad. Ya en la Declaración del Área se veía la homogeneidad de la población, con niveles de renta similares, una formación y actividad laboral que les permite ocupar empleos cualificados y con una parte importante de la población residente ocupada en el sector público. Las tasas de desempleo son relativamente bajas en el Área y por tanto eso permite que no se desarrollen grandes conflictos sociales derivados de ello. En cuanto a edad, aunque hay un cierto envejecimiento de la población, también se denota que existen tasas de renovación relativamente adecuadas para las características del barrio.

	TOTAL (hb)	TOTAL (%)	HOMBRES (hb)	HOMBRES (%)	MUJERES (hb)	MUJERES (%)
0 a 14 años	3.660	11,63%	1.847	5,87%	1.813	5,76%
15 a 29 años	4.859	15,44%	2.453	7,80%	2.406	7,65%
30 a 49 años	9.128	29,01%	4.554	14,47%	4.574	14,54%
50 a 64 años	5.629	17,89%	2.610	8,29%	3.019	9,59%
65 a 74 años	3.625	11,52%	1.504	4,78%	2.121	6,74%
75 años y más	4.564	14,51%	1.846	5,87%	2.718	8,64%
TOTAL	31.465	100,00%	14.814	47,08%	16.651	52,92%

**Tabla 3.** Grupos de edades de la población de Ciudad de los Ángeles. Año 2013

**Fuente:** Padrón Continuo del Ayuntamiento de Madrid

En gran medida la población residente en el barrio es la propietaria de las viviendas, existiendo un bajo porcentaje de viviendas alquiladas y aún menor la cantidad de viviendas vacías detectadas en el ámbito. En definitiva, no existen conflictos vecinales representativos, ni tampoco hay núcleos de marginalidad o vulnerabilidad social, que requirieran la implantación de programas específicos de intervención social.

El movimiento vecinal, fundamentalmente la Asociación de Vecinos (ASVEYCO), es un eslabón principal dentro de la organización social de Ciudad de los Ángeles. La carestía de equipamiento y dotación social es minimizada por la actividad desarrollada desde este movimiento, lo que ha contribuido a evitar la aparición de diferentes formas de conflicto social como los vividos en otras partes de la ciudad de Madrid. Así, ASVEYCO, cumple, en este sentido, no sólo de impulsor de iniciativas que permitan la mejora dotacional del Área sino también de aquellas medidas que contribuyan a la mejora de la habitabilidad y de la imagen colectiva del barrio.

Por todos estos motivos, desde la declaración del Área de rehabilitación, se establecieron los canales de intervención necesarios para garantizar la máxima representación de los vecinos a la hora de compartir el proceso de rehabilitación, detectando los principales problemas urbanos y edificatorios, y planteando las medidas tendentes a solucionar los principales problemas detectados.

En esta línea, la apertura del Área de Rehabilitación vino acompañada de un proceso de participación vecinal, en el que la Asociación de Vecinos, jugando un importante papel de mediación, organizó una serie de reuniones con los vecinos del área a través

de las comunidades de vecinos. En esa serie de reuniones, la EMVS trasladó los principales problemas detectados en la edificación y las medidas que se preveían como necesarias para la rehabilitación, haciendo especial incidencia en las cuestiones de habitabilidad. De esta manera, podemos afirmar que la participación de la Asociación de Vecinos en la gestión del Área de Rehabilitación significa el principal motor de intervención social.

## 2. Rehabilitación energética

Desde la apertura del Área de Ciudad de los Ángeles se estableció como elemento prioritario en la estrategia de rehabilitación, la incorporación de criterios medioambientales, tanto en la urbanización como en la edificación. Pese a que no existía ninguna orientación al respecto ni en la declaración del Área ni en los informes previos realizados, los servicios técnicos de la Oficina de Rehabilitación y la EMVS, sí entendió como imprescindibles los criterios ambientales, de tal forma que se consideraron las medidas de ahorro energético como obligatorias para poder acceder a las ayudas de rehabilitación. Ello fue posible amparándose en que el Plan de Vivienda de la Comunidad de Madrid 2005-2008 recogía la posibilidad de incrementar la cuantía de las ayudas en caso de incorporarse a la rehabilitación algún tipo de medidas de ahorro energético.

Para delimitar estos criterios se utilizó la experiencia vivida en otras áreas de rehabilitación, como San Cristóbal de los Ángeles, barrio de características y tipologías edificatorias similares. También fue importante el ejemplo del Centro Histórico, aprovechando el estudio realizado para este ámbito, bajo petición y coordinación de la EMVS, del equipo encabezado por Margarita Luxán. Este estudio fue ampliado a las Áreas de Rehabilitación localizadas en la periferia de Madrid, lo cual incluía Ciudad de los Ángeles, pero no llegó a ser completado y por tanto publicado.

Pese a ello, los datos y resultados obtenidos en los estudios realizados compartían la necesidad de incorporar criterios de eficiencia energética a la rehabilitación y aprovechar las condiciones de orientación, soleamiento y ventilación favorables que tiene la urbanización de Ciudad de los Ángeles. Con los estudios en materia de energía realizados, los servicios técnicos de la EMVS en Ciudad de los Ángeles, pudieron determinar las medidas más específicas que debían ser desarrolladas en los proyectos de rehabilitación para poder acogerse a las ayudas previstas.

Coincidente en el tiempo, el Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado en 2006 permitió dotar de un marco normativo técnico a las medidas que pretendían ser impulsadas, de tal manera que lo inicialmente carecía de amparo normativo, a partir del CTE pasan a ser medidas obligatorias con carácter general en la edificación y por tanto en la rehabilitación<sup>2</sup>.

En definitiva, un estudio detallado de las características de la edificación y la urbanización, el análisis de los informes y estudios teóricos realizados por equipos de la Universidad Politécnica y la normativa técnica aprobada permitieron ir evaluando las condiciones de partida de los edificios, para establecer una pautas generales de

---

<sup>2</sup> Las recientes modificaciones del CTE ponen de manifiesto la importancia de la rehabilitación y la necesidad que existía por regular aspectos concretos de la construcción que se refieren a la rehabilitación de edificios y que no pueden contemplarse en normas más genéricas.

intervención. De esta manera, desde la apertura del Área, los servicios técnicos de la EMVS y de la Oficina de Rehabilitación establecieron los criterios para poder acogerse a las ayudas previstas, quedando plasmados en el Informe Técnico que se entrega a cada Comunidad de Propietarios una vez realizada visita de inspección de los edificios.

Como ya hemos dicho anteriormente, los principales problemas detectados en los edificios de Ciudad de Los Ángeles se deben a una definición poco apropiada del sistema estructural y constructivo, a la falta de regulación y normativa adecuada en el momento de su construcción y a una mala ejecución del sistema constructivo elegido. De esta manera, las principales patologías que se han detectado responden a daños estructurales, constructivos o de ineficiencia energética:

- Las cimentaciones son inadecuadas para las características del terreno.
- Las envolventes (fachadas, cubiertas y forjado sanitario) de las edificaciones precisan renovación y la mayoría de los edificios no presentan las debidas condiciones de aislamiento en cuanto a ahorro y eficiencia energética.
- Las instalaciones de saneamiento, fontanería y electricidad son las originales, no se encuentran en buen estado y no están adaptadas a la normativa actual.

Como ya he quedado dicho, a estas condiciones estructurales y constructivas conviene añadir el hecho de que el 52% de los edificios del barrio de Ciudad de los Ángeles no son accesibles para los vecinos, dificultando o impidiendo la movilidad de numerosos residentes del barrio.

Con estas características de partida, las actuaciones desarrolladas en Ciudad de los Ángeles, responden a criterios que permitan resolver todos los problemas detectados en cada edificio, y por tanto se centran en los siguientes aspectos:

- Estabilidad estructural de los edificios, con el objetivo de garantizar la durabilidad del edificio y adecuar su cimentación al terreno en el que se apoya.
- Rendimiento energético de los edificios, con el objetivo de reducir el gasto energético, lo que implica: el tratamiento de la envolvente completa, la adecuación de las instalaciones de agua y saneamiento, el ahorro eléctrico.
- Accesibilidad al edificio y a las viviendas. Se trata de una intervención en dos aspectos, ya que no sólo hay que garantizar el acceso al edificio desde el espacio público, sino también garantizar la posibilidad de acceso dentro del propio edificio.
- Adecuación normativa de las instalaciones. La mayor parte de las instalaciones de los edificios están fuera de las normativas vigentes, y en algunos casos, las redes generales son las originales. Es especialmente importante la adaptación a la normativa de la red eléctrica y las redes de saneamiento (tanto la vertical como la horizontal)

A continuación se reflejan las principales medidas propuestas para solucionar las deficiencias detectadas en los edificios del Área de Rehabilitación. Las medidas se organizan en función de las actuaciones reflejadas anteriormente.

	ACTUACIÓN	MEDIDA
Rendimiento energético	Cubierta	Aislamiento con espesor medio de 4cm y 6cm Ventilación (cubierta catalana)

	ACTUACIÓN	MEDIDA
(ahorro medio en torno al 25%)	Fachadas	Aislamiento exterior mediante sistema SATE, con espesor medio de 6cm Renovación de carpinterías o instalación de doble carpintería. Protección de vidrios frente a la radiación solar. Parasoles o vidrios bajo emisivos
	Sótano	Aislamiento forjado sanitario mediante proyección de poliuretano Ventilación cámara sanitaria
	Instalaciones	Detectores de presencia en elementos comunes
Accesibilidad	Ascensor	Instalación nueva Sustitución de escaleras
	Portal	Supresión de escaleras y construcción de rampas
Estabilidad estructural	Cimentación	Micropilotaje Consolidación del terreno mediante la inyección de resinas
Adecuación instalaciones (mejora de la eficiencia)	Adecuación normativa	Electricidad, adecuación al REBT Sustitución de la red de agua fría e instalación de contadores individuales.
	Mejora Saneamiento	Sustitución de bajantes de fibrocemento Renovación de red horizontal
Imagen	Fachadas	Saneado de fachadas en caso de no emplear sistema SATE Coordinación de composición en portales de un mismo edificio. Unificación de criterios de selección de color.

**Tabla 4.** Medidas adoptadas en la edificación en función de las actuaciones de intervención previstas

**Fuente:** Elaboración propia. Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid.

## Urbanización

El régimen de propiedad existente en el espacio libre de Ciudad de los Ángeles, combinando la titularidad pública y la privada, ha supuesto una dificultad de gestión que ha provocado una degradación en gran parte del espacio público, con importantes problemas de mantenimiento, insuficiencia de equipamientos urbanos, espacios verdes de escasa calidad, mantenimiento de instalaciones urbanas, etc. A esto se le añade la existencia de una topografía complicada que no fue adecuadamente resuelta en el diseño inicial y en las modificaciones posteriores, dando lugar a importantes problemas de accesibilidad y movilidad peatonal en diferentes partes del barrio.

La urbanización se está ejecutando por fases para afectar en lo mínimo posible a la vida de los vecinos del barrio y para facilitar el estudio de cada zona y la posterior ejecución de los proyectos redactados. Se han previsto tres fases de urbanización, de las que hasta el momento se han llevado a cabo dos de ellas. Para la delimitación de cada fase se ha tenido en cuenta no sólo el atender a las zonas más degradadas, sino también a las necesidades y demandas de los vecinos a través de la Asociación de Vecinos.

Se ha intervenido sobre el espacio público para eliminar, en la medida de lo posible, las barreras arquitectónicas presentes en Ciudad de los Ángeles, así como la adaptación del espacio público a lo dispuesto en el Plan Especial para la Instalación de Ascensores en cuanto a áreas de movimiento para la construcción de las cajas de ascensores y escaleras. Igualmente, se ha intervenido en la mejora de las redes de infraestructuras urbanas, renovando aquellas que estaban en mal estado, canalizando



adecuadamente y conforme a las diferentes normas vigentes y mejorando el rendimiento energético de las mismas —fundamentalmente en el alumbrado público.

De manera general, las actuaciones propuestas y desarrolladas en cada fase del proyecto de urbanización se fundamentan en las siguientes estrategias, y se concretan en las medidas siguientes en función de las características concretas de cada una de las fases:

- Mejora de la movilidad y accesibilidad del ámbito en sus tres niveles fundamentales: rodado, ciclista y peatonal, adecuando el espacio público, entre otros, a los siguientes objetivos:
- Mejora de los equipamientos públicos urbanos.
- Mejora del paisaje urbano y la calidad ambiental.
- Creación de una nueva imagen e identidad de barrio.

	ACTUACIÓN	MEDIDA
Movilidad	Tráfico	Incremento de la movilidad peatonal Itinerarios ciclistas (carriles-bici)
Accesibilidad	Diferencias topográficas	Construcción de rampas
	Viales	Rebaje de bordillos Plataforma única
Instalaciones urbanas	Adecuación normativa	Alumbrado Público
	Tendidos aéreos	Supresión de los tendidos de telefonía y alumbrado público
	Renovación de redes	Renovación puntual de red de saneamiento. Construcción o renovación de pozos de resalto de las comunidades. Instalación de riego automático en espacios verdes Renovación puntual de red de gas
Equipamiento urbano	Mobiliario	Instalación de Juegos infantiles. Instalación de áreas biosaludables.
	Deporte	Instalación de canchas deportivas abiertas
Movilidad	Tráfico	Incremento de la movilidad peatonal Itinerarios ciclistas (carriles-bici)

**Tabla 5.** Medidas adoptadas en la urbanización en función de las actuaciones de intervención previstas

**Fuente:** Elaboración propia. Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid.

Como hemos apuntado más arriba, las principales medidas en materia de ahorro energético se han adoptado en la renovación del alumbrado público, no solo mejorando la red general, sino también mediante el uso de lámparas adecuadas que reducen no solo el consumo eléctrico, sino también la contaminación lumínica. Junto a esta medida, debemos resaltar el esfuerzo realizado en el diseño y posterior ejecución de las obras de urbanización por aumentar la permeabilidad de los suelos tratados, incrementando la superficie terriza y utilizando técnicas y materiales más permeables para favorecer el filtrado de agua hacia los acuíferos naturales existentes en el ámbito.

### 3. Resultados energéticos

Para poder conocer el alcance de la rehabilitación bajo criterios de eficiencia energética, se están desarrollando por parte de los servicios técnicos de la EMVS una serie de análisis y estudios que pretenden poner en valor la inversión producida en medidas de ahorro y eficiencia energética, para reducir los consumos y mejorar la habitabilidad de las viviendas rehabilitadas.

Estos estudios se han centrado fundamentalmente en evaluar los presupuestos de las intervenciones de rehabilitación, detallando a continuación en edificios concretos y diferenciando por tipologías existentes en Ciudad de los Ángeles. Este tipo de estudios sobre los presupuestos arrojan una serie de datos de interés que ponen de manifiesto que premisas planteadas por los servicios técnicos de la EMVS están siendo desarrolladas por los técnicos redactores de los proyectos y que se está produciendo una mejora cuantitativa del rendimiento energético de los edificios.

#### Inversión energética

Como ya hemos dicho, la mejora del comportamiento higo-térmico del edificio ha sido una prioridad para los servicios técnicos de la EMVS y así ha sido trasladado a los técnicos que han desarrollado los diferentes proyectos de rehabilitación. La incorporación de medidas de mejora de la envolvente no solo facilitan el ahorro de energía y la reducción de consumos de electricidad y gas a los vecinos del ámbito, sino que dota de mayor habitabilidad y confort a las viviendas. Si bien no estaba entre las prioridades en la declaración inicial del área, las cuestiones energéticas marcaron desde el inicio los criterios de intervención y rehabilitación, tal y como se puede comprobar en la relación de obras entregadas a cada comunidad de propietarios que lo solicitaron.

Ya hemos visto más arriba cuáles han sido las principales medidas adoptadas para la mejora de la envolvente —cámaras bajo primer forjado, fachadas y cubiertas— y sin duda, la repercusión que estas medidas están teniendo sobre los presupuestos es importante. No en vano, los estudios realizados por los servicios técnicos de la EMVS llegan a la conclusión de que más del 50% del presupuesto ejecutado se ha destinado a adoptar algún tipo de medida para la mejora del rendimiento energético de los edificios.

	SOSTENIB.	CIMENTAC. / ESTRUCT.	ACCESIBILIDAD		INSTALAC.	TOTAL inversión
			Zonas Comunes	Ascensor		
PRESUPUESTO (€)	15.089.356,27	2.212.032,34	2.738.075,75	5.820.967,85	4.377.196,28	45.582.539,86
REPERCUSIÓN (%)	33%	5%	6%	13%	10%	—

**Tabla 6.** Distribución de la inversión y su repercusión sobre el presupuesto total

**Fuente:** Elaboración propia. Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid.

Las medidas adoptadas no han sido constantes a lo largo del tiempo, sino que según se ha ido desarrollando el Área se han introducido aquellas medidas de eficiencia que, fruto de la experiencia y el aprendizaje de los equipos técnicos que han intervenido en el desarrollo de los proyectos de rehabilitación, se han considerado necesarias. En ese sentido desde la EMVS se incorporó la necesidad de aislamiento de sótanos o

cámaras sanitarias para mejorar el funcionamiento del edificio, medida no contemplada inicialmente y que ha supuesto un esfuerzo de compromiso de los equipos técnicos que han desarrollado los proyectos y de los vecinos afectados.

Estas medidas están suponiendo un ahorro importante en materia energética y así lo constatan los propios vecinos en las encuestas de calidad que se realizan desde los servicios sociales de la EMVS. De manera empírica se ha demostrado el importante ahorro en consumos y por tanto la mejora energética de los edificios y por consiguiente, del conjunto del barrio.

A partir de la toma de datos reales de consumo en viviendas de dos edificios de Ciudad de los Ángeles —ambas en fase de rehabilitación—, se ha podido concluir que la inversión producida ha supuesto una reducción aproximada de entre el 20 y el 25% de la demanda energética de estas viviendas, y por consiguiente de los edificios rehabilitados, lo que da una muestra de la eficacia de las medidas adoptadas en la rehabilitación. Estos datos han sido elaborados a partir de las facturas de consumos eléctricos y de calefacción facilitadas bien por los vecinos, bien por las compañías suministradoras y si bien se limitan a un número poco significativo de viviendas, el estudio aún está en desarrollo y se está procediendo al análisis de una muestra mayor y más significativa.

Aunque no es materia energética, no debemos olvidar el sentido de la rehabilitación integral y por ello, debemos constatar el importante esfuerzo inversor realizado para garantizar la accesibilidad a las viviendas y a los edificios. Este dato, junto al de la inversión energética, pone de manifiesto la relevancia que tiene la rehabilitación integral en cuanto a la mejora de las condiciones de vida de los habitantes de barrios construidos en los años del desarrollismo madrileño.

### **Evaluación energética**

La positiva respuesta que ha tenido la rehabilitación energética entre los vecinos de Ciudad de los Ángeles y el hecho de que exista un número significativo de rehabilitaciones concluidas, ha llevado a la EMVS a iniciar una serie de trabajos de investigación para comprobar la eficacia de las medidas que se han ido detallando más arriba, cuya finalidad podemos resumirla en los siguientes elementos:


- Evaluar las actuaciones de rehabilitación con criterios energéticos y la reducción de la demanda conseguida.
- Estudio del impacto medioambiental de la mejora de la envolvente
- Valorar la inversión de las actuaciones necesarias (parámetros económicos y normativos) y su repercusión en una rehabilitación integral a través de los presupuestos realmente ejecutados.

Además de servir de evaluación del trabajo desarrollado hasta el momento, estos estudios tienen además la cualidad de servir como indicadores para ser aplicados en áreas periféricas de la ciudad, construidas con sistemas y tipologías similares.

Así es como los estudios realizados en el Área de Rehabilitación nos facilitan una serie de resultados de interés centrados en el análisis de las mejoras obtenidas en cuanto a eficiencia energética del edificio y en cuanto a la inversión producida en relación a las mejoras energéticas producidas.

El principal estudio desarrollado consiste en el análisis de 10 de los edificios, ya rehabilitados, tomados como indicadores en función de su tipología y sus

características constructivas. Para la elección de estos indicadores se han tenido en cuenta las propuestas de actuación en la rehabilitación ejecutada, con el sentido de dar homogeneidad al estudio y no obtener resultados difícilmente comparables.

	TIPOLOGÍA	EDIFICIOS
	U3	El Huésped del Sevillano 6
	H1	La Canción del Olvido, 47
	E1	La Chulapona 3
	C	La Canción del Olvido 24
	D	La Corte del Faraón 27
	A1	La del Manojó de Rosas 15
	A1	La del Manojó de Rosas 17
	V	Pan y Toros 26
	S	La Dolorosa 1
	R	La Alegría de la Huerta 5-7 y La Dolorosa 4

**Tabla 7:** Selección de edificios para valoración de impacto ambiental y de inversión<sup>3</sup>  
**Fuente:** Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid. Departamento de Innovación

Las características más relevantes para el estudio por tipologías las podemos resumir en el siguiente cuadro:

	AH5-7	CF27	PT26	DO1	CH3	CO47	CO24	MR17	MR15	HS6
TIPOLOGÍA	R	D	V	S	E1	H1	C	A1	A1	U3
ORIENTACIÓN	N-S	N-S	N-S	E-O	N-S-E-O	N-S	N-S	N-S	N-S	E-O
Nº VIV/PLANTA	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2
Nº PLANTAS	5	8	8	8	11	5	5	5	5	5
Nº TOTAL VIVENDAS	30	10	16	16	44	10	10	10	10	10
SUP. ÚTIL VIV. (m²)	59,43				50,00	50,00	76,40	63,90	63,90	65,00
ASCENSOR ORIGEN	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO
INSTALAN ASCENSOR	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI
<b>DATOS GENERALES DE CADA TIPOLOGÍA</b>										
Nº BLOQUES/TIP.	7				22		30	48		40
Nº VIV/TIP.	210				220		300	480		400

<sup>3</sup> Se ha utilizado como fuente de información el estudio de tipologías realizado para la elaboración del Plan Especial para la Instalación de Ascensores



	AH5-7	CF27	PT26	DO1	CH3	CO47	CO24	MR17	MR15	HS6
TIPOLOGÍA	R	D	V	S	E1	H1	C	A1	A1	U3
ASCENSOR ORIGIN	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO
INSTALAN ASCENSOR	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI

**Tabla 8:** Características sobre los edificios analizados en función de las tipologías edificatorias

**Fuente:** Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid. Departamento de Innovación

Para el Análisis de Mejoras, se tomaron en cuenta las características en cuanto a composición de la Envolvente de los edificios seleccionados, es decir, fachadas, cubiertas y forjados de planta baja, cuyas condiciones y composiciones, en términos generales, son las siguientes:

FACHADAS		PLANTA BAJA	CUBIERTA
OPACO	HUECO		
Fachada de ½ pie de ladrillo, enfoscado y pintado al exterior, cámara de aire, tabicón interior	Carpinterías de aluminio sin unificar	Solera	C. plana a la catalana, transitable
Fachada de 1pie de ladrillo visto y enyesado interior	Vidrio sencillo.	Forjado sanitario sin aislamiento	C. inclinada y cubrición con placas fibrocemento
Fachada de 1h de Hormigón en masa, enfoscado y pintado al exterior, cámara de aire y tabicón interior	Terrazas en cocinas y/o salones		
Fachada de 1h de Hormigón en masa, sin cámara de aire	Tendederos integrados en cocinas		

**Tabla 9:** Composición constructiva de la envolvente

**Fuente:** Elaboración propia. Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid.

Dado que se trata de composiciones tipo, debemos llamar la atención sobre el hecho de que cada edificio tiene unas particularidades específicas. A continuación detallamos las consideraciones que se han tenido en cuenta para la elaboración del cuadro anterior:

- Orientación. En general, predomina la orientación Norte-Sur lo que permite a las viviendas contar con ventilación cruzada (en el caso de los edificios estudiados).
- Número de plantas. El hecho de que en el estudio haya edificios de varias alturas, de 5 a 11 plantas, es comprobar si este aspecto tiene alguna relación con la repercusión de la inversión por vivienda.
- Fachadas. De todos los casos estudiados existe un edificio que forma parte de un proyecto de investigación a nivel europeo. Por ello se ha aislado la fachada con planchas de fibra de vidrio de espesor 15 cm, se han colocado dobles carpinterías en todos los huecos y se han instalado nuevos cerramientos en las terrazas con un sistema mecánico de ventilación integrado en dichas carpinterías.
- Carpinterías. No hay una tipología de carpinterías común a todos los edificios, aunque predominan las de aluminio con vidrio sencillo. En algunos casos, dobles carpinterías.
- Planta baja. En los edificios con cámara sanitaria se ha procedido al aislamiento del primer forjado por su cara inferior. En los edificios con solera directamente

apoyada en el terreno no se ha ejecutado ninguna medida de aislamiento por el incremento del coste que suponía.

- Cubiertas. Todas las cubiertas originales se han mantenido independientemente de la solución propuesta de mejora. Sólo uno de los edificios cuenta con cubierta inclinada sobre tabiques palomeros acabado con placas de fibrocemento, que se han mantenido independientemente de la actuación en rehabilitación. En el resto de casos, la cubierta catalana es la predominante en cuanto a soluciones originales.

Como apunte, cabe decir que los datos relativos a estructura y cimentación, sólo sirven de referencia por ser necesarios debido a las exigencias de los programas de evaluación energética utilizados pero no aportan datos relevantes que ofrezcan variaciones al estudio de sostenibilidad, no así los de la envolvente que son realmente sobre lo que se centra el estudio.

	EN ORIGEN	REHABILITACIÓN
<b>Tipología R</b>	<b>La Alegría de la Huerta 5-7</b>	
<b>Estructura / Cimentación</b>	Muros de carga de ladrillo paralelos a fachada principal. Zanjas corridas	—
<b>Pl. Baja</b>	Forjado sanitario	Proyección poliuretano sobre techos.
<b>Fachada Huecos Vidrio</b>	Ladrillo visto de una hoja. Carpinterías y vidrios de varias calidades.	Aislamiento mediante SATE 6 cm, d= 15Kg/m3 Hueco: Doble carpintería, acristalamiento doble, vidrio bajo emisivo. Protecciones solares a Sur
<b>Cubierta</b>	Inclinada ventilada. Cubrición placas fibrocemento.	Cubierta inclinada con panel sándwich sobre cubierta original
<b>Tipología C</b>	<b>La Canción del Olvido, 24</b>	
<b>Estructura / Cimentación</b>	Pórticos de hormigón. Zapatas aisladas	—
<b>Pl. Baja</b>	Forjado sanitario	Aislamiento de forjado sanitario e=4cm
<b>Fachada Huecos Vidrio</b>	Fachada de ½ pie de ladrillo, enfoscado y pintado al exterior, cámara de aire, tabicón interior. Carpinterías y vidrios de varias calidades.	Aislamiento mediante SATE de e=6cm de poliestireno expandido d= 20Kg/m3 Hueco: Doble carpintería, acristalamiento doble, vidrio bajo emisivo.
<b>Cubierta</b>	Cubierta ventilada a la catalana, transitable	Cubierta invertida con panel acabado en losa filtrón sobre cubierta original.
<b>Tipología U3</b>	<b>El Huésped del Sevillano, 6</b>	
<b>Estructura Cimentación</b>	Pórticos de Hormigón Zapatas aisladas	—
<b>Pl. Baja</b>	Forjado sanitario	Aislamiento de forjado sanitario e=4cm
<b>Fachada Huecos Vidrio</b>	Fachada de ½ pie de ladrillo, enfoscado y pintado al exterior, cámara de aire, tabicón interior. Carpinterías y vidrios de varias calidades.	Aislamiento mediante SATE de e=4cm de poliestireno expandido d= 15Kg/m3 y 0.03 W/mk Doble carpintería, acristalamiento doble, vidrio bajo emisivo. Protecciones solares a Este y Sur
<b>Cubierta</b>	Cubierta ventilada a la catalana, transitable	Cubierta invertida con acabado en losa filtrón sobre cubierta original.
<b>Tipología A1</b>	<b>La del Manójo de Rosas, 15 y 17</b>	
<b>Estructura Cimentación</b>	Muros de carga de hormigón en masa. Zapatas corridas	—
<b>Pl. Baja</b>	Solera en planta baja	Sin cambios
<b>Fachada Huecos Vidrio</b>	Fachadas de 1 hoja de hormigón en masa, espesor 25 cm, enfoscado y pintado exterior. Carpinterías y vidrios de varias calidades.	(MR15) Aislamiento a base de planchas de Lana de Roca, e = 15 cm, monocapa revestimiento exterior. (MR17) Aislamiento mediante SATE de e=6cm de poliestireno expandido d= 20Kg/m3 Doble carpintería, acristalamiento doble. Protecciones solares a S.
<b>Cubierta</b>	Cubierta ventilada a la catalana, transitable	(MR17) Cubierta invertida con acabado en losa filtrón sobre cubierta original.

	EN ORIGEN	REHABILITACIÓN
<b>Tipología H1</b>	<b>La Canción del Olvido, 47</b>	
<b>Estructura</b>	Estructura porticada de hormigón	—
<b>Cimentación</b>	Zapatas aisladas	
<b>Pl. Baja</b>	Solera	Sin cambios
<b>Fachada</b>	Fachada de ½ pie de ladrillo, enfoscado y pintado al exterior, cámara de aire, tabicón interior	Aislamiento mediante SATE de e=6cm de poliestireno expandido d= 20Kg/m3
<b>Huecos</b>		Doble carpintería, acristalamiento doble. Vidrio bajo emisivo.
<b>Vidrio</b>		
<b>Cubierta</b>	Cubierta plana ventilada a la catalana, no transitable	
<b>Tipologías V</b>	<b>Pan y Toros, 26</b>	
<b>Estructura</b>	Pórticos de hormigón en masa	—
<b>Cimentación</b>	Zapatas corridas	
<b>Pl. Baja</b>	Solera	Sin cambios
<b>Fachada</b>	Fachadas de 1 hoja de hormigón en masa, espesor 25 cm, enfoscado y pintado exterior. Carpinterías y vidrios de varias calidades.	Aislamiento mediante SATE de e=6cm de poliestireno expandido d= 20Kg/m3
<b>Huecos</b>		Doble carpintería, acristalamiento doble.
<b>Vidrio</b>		Protecciones solares a Sur.
<b>Cubierta</b>	Cubierta ventilada a la catalana, no transitable	Demolición de cubierta catalana hasta llegar a forjado de cubierta y nueva cubierta invertida transitable con acabado el losa filtrón.
<b>Tipología E1</b>	<b>La Chulapona, 3</b>	
<b>Estructura</b>	Estructura porticada de hormigón	—
<b>Cimentación</b>	Cimentación aislada	
<b>Pl. Baja</b>	Solera	Proyección poliuretano sobre techos.
<b>Fachada</b>	Fachada de ½ pie de ladrillo, enfoscado y pintado al exterior, cámara de aire, tabicón interior. Carpinterías y vidrios de varias calidades.	Aislamiento mediante SATE de e=6cm de poliestireno expandido d= 20Kg/m3
<b>Huecos</b>		Doble carpintería, acristalamiento doble.
<b>Vidrio</b>		Protecciones solares.
<b>Cubierta</b>	Cubierta a la catalana, transitable, con impermeabilización posterior.	Cubierta invertida con acabado en losa filtrón sobre cubierta original, hormigón aislante e=10cm.
<b>Tipología D</b>	<b>La Corte del Faraón, 27</b>	
<b>Estructura</b>	Estructura porticada de hormigón	—
<b>Cimentación</b>	Zapatas aisladas	
<b>Pl. Baja</b>	Forjado sanitario, sin aislamiento y ventilación de cámara sanitaria.	Proyección de poliuretano sobre techos.
<b>Fachada</b>	Fachada de ½ pie de ladrillo, enfoscado y pintado al exterior, cámara de aire, tabicón interior. Carpinterías y vidrios de varias calidades.	Aislamiento mediante SATE de e=6cm de poliestireno expandido d= 20Kg/m3
<b>Huecos</b>		Doble carpintería, acristalamiento doble.
<b>Vidrio</b>		Protecciones solares a Sur.
<b>Cubierta</b>	Cubierta ventilada a la catalana, transitable.	Cubierta invertida con acabado en losa filtrón sobre cubierta original.
<b>Tipologías S</b>	<b>La Dolorosa, 1</b>	
<b>Estructura</b>	Estructura porticada de hormigón	—
<b>Cimentación</b>	Zapatas corridas	
<b>Pl. Baja</b>	Forjado Sanitario	Proyección de poliuretano sobre techos.
<b>Fachada</b>	Fachada de ½ pie de ladrillo, enfoscado y pintado al exterior, cámara de aire, tabicón interior. Carpinterías y vidrios de varias calidades.	Aislamiento mediante SATE de e=6cm de poliestireno expandido d= 20Kg/m3
<b>Huecos</b>		Doble carpintería, acristalamiento doble.
<b>Vidrio</b>		
<b>Cubierta</b>	Cubierta ventilada a la catalana, no transitable	Cubierta invertida con acabado en Losa filtrón sobre cubierta original.

**Tabla 10:** Medidas de eficiencia adoptadas por tipología  
**Fuente:** Elaboración propia. Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid.

## Certificación energética de los casos estudiados

Para la obtención y recopilación de datos energéticos se ha realizado la Certificación de Eficiencia Energética (CEE), empleando la herramienta CE3X, analizando los siguientes indicadores de referencia en el estado previo y posterior a la rehabilitación:

- Calificación energética –emisiones globales (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año)
- Energía primaria (Kwh/m<sup>2</sup>año)
- Demanda de calefacción/refrigeración y ACS

Con la obtención de la Certificación Energética, conseguimos además tener conocimiento sobre la demanda de energía necesaria para lograr las condiciones de confort en los edificios en su estado original así como los valores en cuanto a la reducción de ésta una vez llevada a cabo la actuación de rehabilitación.

Estas actuaciones de rehabilitación energética realizadas en el área de Ciudad de Los Ángeles, como ya se han detallado anteriormente, son fundamentalmente medidas pasivas, no habiéndose contemplado la sustitución de instalaciones. En cualquier caso, también se ha realizado una simulación estimando que las instalaciones existentes, en su mayoría *calderas individuales de gas natural*, se han sustituido por calderas eficientes. La intención de esta simulación es mostrar el potencial ahorro que podría obtenerse si se interviniera tanto con medidas pasivas (mejora de la envolvente) como con medidas activas (mejora de las instalaciones de la vivienda).

ESTADO ACTUAL		MEJORAS	
Envolvente	Instalaciones	Envolvente	Instalaciones
Fachada	Estimación:	Según proyecto y obras de rehabilitación:	Estimación:
Ascensor en origen	Sin refrigeración	- Cerramiento opaco con SATE	Calderas individuales mixtas de ACS y Calefacción de baja condensación de Gas Natural.
	Calderas individuales mixtas de ACS y Calefacción estándar de Gas Natural	- Aislamiento de cubierta	
		- Aislamiento de forjado sanitario	
		- Hueco: doble de carpintería y protecciones solares	

**Tabla 11:** Supuestos de partida de Instalaciones introducidos en el programa de cálculo

**Fuente:** Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid. Departamento de Innovación

De las certificaciones realizadas se obtienen los valores de emisiones globales previas y posteriores a la rehabilitación, contemplando tres supuestos en cuanto a las medidas de mejora —envolvente, instalaciones y ambas—, consiguiendo para cada supuesto el porcentaje de ahorro correspondiente, cuyos resultados son los siguientes:



EDIFICIO			Calificación Energética (KgCO2/m2año)	MEDIDAS DE MEJORA	INDICADORES GLOBALES (KgCO2/m2año)					
Dirección	Nº viviendas	Superficie útil			Mejora de emisiones GLOBALES (KgCO2/m2 año)		Energía Primaria (KWh/m2 año)		% Ahorro	
					Antes	Después	Antes	Después		
EDIFICIO CO 47	10	580,15	68,97 F	36,12 E	Envolvente	68,97	36,12	309,65	163,71	47,13%
				42,69 E	Instalaciones	68,97	42,69	309,65	186,91	39,64%
				15,66 C	Envol + Inst	68,97	15,66	309,65	79,28	74,40%
EDIFICIO MR 17	10	638,98	47,47 E	20,25 D	Envolvente	47,47	20,25	231,81	97,85	57,79%
				35,58 E	Instalaciones	47,47	35,58	231,81	172,96	25,39%
				15,49 C	Envol + Inst	47,47	15,49	231,81	74,27	67,96%
EDIFICIO HS 6	10	675,80	55,41 E	29,14 E	Envolvente	55,41	29,14	265,99	138,06	48,10%
				42,70 E	Instalaciones	55,41	42,70	265,99	203,11	23,64%
				20,97 D	Envol + Inst	55,41	20,97	265,99	97,60	63,31%
EDIFICIO MR 15	10	638,98	55,50 E	22,04 D	Envolvente	55,50	22,04	235,46	95,17	59,58%
				54,60 E	Instalaciones	55,50	54,60	235,46	234,43	0,44%
				20,90 D	Envol + Inst	55,50	20,90	235,46	93,11	60,46%
EDIFICIO CO 24	10	760,00	59,76 F	27,52 E	Envolvente	59,76	27,52	291,42	133,30	54,26%
				44,91 E	Instalaciones	59,76	44,91	291,42	217,94	25,21%
				20,94 D	Envol + Inst	59,76	20,94	291,42	100,74	65,43%
EDIFICIO AH 5-7	30	1.783,00	64,53 F	20,70 D	Envolvente	64,53	20,70	313,40	97,82	68,79%
				44,05 E	Instalaciones	64,53	44,05	313,40	212,01	32,35%
				15,16 C	Envol + Inst	64,53	15,16	313,40	70,40	77,54%
EDIFICIO CF 27	16	1.163,20	60,48 F	19,30 D	Envolvente	60,48	19,30	294,51	92,46	68,81%
				45,58 E	Instalaciones	60,48	45,58	294,51	220,75	25,04%
				14,98 C	Envol + Inst	60,48	14,98	294,51	71,10	75,86%
EDIFICIO PT 26	16	946,24	78,38 G	27,49 E	Envolvente	78,38	27,49	382,69	132,84	65,29%
				56,74 E	Instalaciones	78,38	56,74	382,69	275,55	28,00%
				18,98 D	Envol + Inst	78,38	18,98	382,69	90,70	76,30%
EDIFICIO DO 1	14	952,00	66,02 F	22,80 D	Envolvente	66,02	22,80	317,53	107,49	66,15%
				50,91 E	Instalaciones	66,02	50,91	317,53	242,74	23,55%
				18,21 D	Envol + Inst	66,02	18,21	317,53	84,76	73,31%
EDIFICIO CH 3	44	3.300,00	57,33 E	20,57 D	Envolvente	57,33	20,57	278,17	98,20	64,70%
				43,50 E	Instalaciones	57,33	43,50	278,17	209,70	24,61%
				16,07 C	Envol + Inst	57,33	16,07	278,17	75,94	72,70%

**Tabla 12:** Resultados obtenidos con el programa CE3X de certificación energética de los inmuebles  
**Fuente:** Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid. Departamento de Innovación

Podemos concluir entonces que en los edificios de 5 alturas, las emisiones *globales* (KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año) oscilan en una horquilla entre 68,97 (letra F) y 47,47 (letra E) obteniendo en la mayoría de los casos analizados una calificación con la letra E, siendo la media de emisiones del orden de 57 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año. Por consiguiente, una vez ejecutadas las obras de rehabilitación anteriormente descritas, podemos concluir que el ahorro en energía primaria (KWh/m<sup>2</sup> año) oscila entre el 47% y el 58%,

Exceptuando las edificaciones que tienen una hoja de hormigón sin aislamiento —que obtiene una calificación G al ser el tipo de fachada más desfavorable— los resultados indican que según las tipologías de los bloques y la envolventes analizadas, la mayoría de las edificaciones se encuentran en la franja de la E y la F.

Una vez realizada la certificación de los edificios estudiados, se ha procedido a la comparación de estos elementos con la inversión producida en materia de eficiencia energética y cuyos resultados generales avanzábamos más arriba. En este sentido cabe decir que la repercusión por m<sup>2</sup> de la actuación en eficiencia energética para

lograr una reducción en la demanda de energía superior al 60% es del orden de 150-200 €/m<sup>2</sup>, disminuyendo este valor a los 100 €/m<sup>2</sup> en edificios de mayor altura y mayor número de viviendas.

De la inversión realizada en la rehabilitación, en la mayoría de los supuestos más de un 75-80% de la actuación en la envolvente corresponde a eficiencia energética. Se han incluido en este % aquellas partidas que indirectamente también intervienen en el proceso de ejecución de la obra relacionada con la eficiencia energética.

EDIFICIO			Calificación Energética (KgCO2/m2año)	MEDIDAS DE MEJORA	INDICADORES GLOBALES (KgCO2/m2año)					COSTE INVERSIÓN ( € )		Repercusión (€/m2)	
Dirección	Nº viviendas	Superficie útil			Mejora de emisiones GLOBALES (KgCO2/m2 año)		Energía Primaria (KWh/m2 año)		% Ahorro	Ejec. Material	Total		
					Antes	Después	Antes	Después				m² Util	
EDIFICIO CO 47	10	580,15	68,97 F	36,12 E	Envolvente	68,97	36,12	309,65	163,71	47,13%	78.167,34	89.110,77	153,60
				42,69 E	Instalaciones	68,97	42,69	309,65	186,91	39,64%	180.000,00	180.578,31	311,26
				15,66 C	Envol + Inst	68,97	15,66	309,65	79,28	74,40%	258.167,34	269.689,08	464,86
EDIFICIO MR 17	10	638,98	47,47 E	20,25 D	Envolvente	47,47	20,25	231,81	97,85	57,79%	102.703,41	117.081,88	183,23
				35,58 E	Instalaciones	47,47	35,58	231,81	172,96	25,39%	41.308,00	41.886,31	65,55
				15,49 C	Envol + Inst	47,47	15,49	231,81	74,27	87,96%	144.011,41	158.968,19	248,78
EDIFICIO HS 6	10	675,80	55,41 E	29,14 E	Envolvente	55,41	29,14	265,99	138,06	48,10%	124.667,26	142.120,67	210,30
				42,70 E	Instalaciones	55,41	42,70	265,99	203,11	23,64%	52.000,00	52.578,31	77,80
				20,97 D	Envol + Inst	55,41	20,97	265,99	97,60	83,31%	176.667,26	194.698,98	288,10
EDIFICIO MR 15	10	638,98	55,50 E	22,04 D	Envolvente	55,50	22,04	235,46	95,17	59,58%	117.383,76	133.817,49	209,42
				54,60 E	Instalaciones	55,50	54,60	235,46	234,43	0,44%	41.308,00	41.886,31	61,98
				20,90 D	Envol + Inst	55,50	20,90	235,46	93,11	80,46%	158.691,76	175.703,80	259,99
EDIFICIO CO 24	10	760,00	59,76 F	27,52 E	Envolvente	59,76	27,52	291,42	133,30	54,26%	105.127,78	119.845,67	157,69
				44,91 E	Instalaciones	59,76	44,91	291,42	217,94	25,21%	41.308,00	41.886,31	55,11
				20,94 D	Envol + Inst	59,76	20,94	291,42	100,74	85,43%	146.435,78	161.731,98	212,81
EDIFICIO AH 5-7	30	1.783,00	64,53 F	20,70 D	Envolvente	64,53	20,70	313,40	97,82	68,79%	12.820,64	421.782,78	236,56
				44,05 E	Instalaciones	64,53	44,05	313,40	212,01	32,35%	38.850,00	38.850,00	21,79
				15,16 C	Envol + Inst	64,53	15,16	313,40	70,40	77,54%	51.670,64	460.632,78	258,35
EDIFICIO CF 27	16	1.163,20	60,48 F	19,30 D	Envolvente	60,48	19,30	294,51	92,46	68,81%	172.742,28	198.926,20	169,30
				45,58 E	Instalaciones	60,48	45,58	294,51	220,75	25,04%	66.092,80	66.671,11	57,32
				14,98 C	Envol + Inst	60,48	14,98	294,51	71,10	75,86%	238.835,08	263.597,31	226,61
EDIFICIO PT 26	16	946,24	78,38 G	27,49 E	Envolvente	78,38	27,49	382,69	132,84	65,29%	257.574,32	293.634,72	310,32
				56,74 E	Instalaciones	78,38	56,74	382,69	275,55	28,00%	66.092,80	66.671,11	70,46
				18,98 D	Envol + Inst	78,38	18,98	382,69	90,70	76,30%	323.667,12	360.305,83	380,78
EDIFICIO DO 1	14	952,00	66,02 F	22,80 D	Envolvente	66,02	22,80	317,53	107,49	66,15%	132.958,53	151.572,72	159,22
				50,91 E	Instalaciones	66,02	50,91	317,53	242,74	23,55%	57.831,20	58.409,51	61,35
				18,21 D	Envol + Inst	66,02	18,21	317,53	84,76	73,31%	190.789,73	209.982,24	220,57
EDIFICIO CH 3	44	3.300,00	57,33 E	20,57 D	Envolvente	57,33	20,57	278,17	98,20	64,70%	309.176,20	352.460,87	106,81
				43,50 E	Instalaciones	57,33	43,50	278,17	209,70	24,61%	181.755,20	182.333,51	55,25
				16,07 C	Envol + Inst	57,33	16,07	278,17	75,94	72,70%	490.931,40	534.794,38	162,06

**Tabla 13:** Indicadores energéticos y de inversión

**Fuente:** Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid. Departamento de Innovación